

Раздел 2. МЕТАЛЛУРГИЯ ЛЕГКИХ И ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ

УДК 622:378

НЕЗАБЫТЫЙ ОПЫТ УРАЛЬСКОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА АЛЮМИНИЯ

В.Г. Скоров¹, В.Г. Пшеницын², В.Ю. Бажин³

(^{1,2} – Уральский алюминиевый завод (филиал «РУСАЛ Каменск-Уральский»), ³ - Санкт-Петербургский горный университет, Россия, г. Санкт-Петербург, *bazhin-alfoil@mail.ru*)

Пять лет назад, в 2013 году ОК РУСАЛ были полностью остановлены электролизные производства в г. Каменск-Уральский на Уральском алюминиевом заводе (УАЗ) и в г. Краснотурьинске - Богословском алюминиевом заводе. Некоторые из них, такие как электролизный цех УАЗа, имеют не только научно-производственную значимость, но и историческую ценность в развития российской металлургической промышленности, связанную с внедрением передовых технологий. В 2019 году исполняется 80 лет первенцу российской алюминиевой промышленности Уральскому алюминиевому заводу, и нельзя забывать славную историю уральского электролиза.

Производственный опыт электролизников расплавленных солей УАЗа явился фундаментальной основой развития компаний СУАЛ (с 1996 года) и позднее ОК РУСАЛ (с 2006 года), на котором впервые были реализованы инновационные технологии и способы получения высококачественного первичного алюминия при выдающихся экономических показателях. Бесценный накопленный опыт многих поколений уральских электролизников расплавленных солей не должен быть забыт.

Уральский алюминиевый завод являлся единственным предприятием в годы Великой Отечественной войны [1], который обеспечивал алюминием и его сплавами тяжелую и оборонную промышленность. Еще в 1939 году была запущена 1 серия электролиза, а литейные отделения начали выпуск силумина, алюминий-кремниевое сплава, необходимого для двигателей танков и автомобилей. Уже с августа 1941 года Уральский алюминиевый завод был единственным в стране выпускающим глинозем и алюминий для военной промышленности. За период Великой Отечественной войны заводом было выпущено 225 000 тонн алюминия и, более полумиллиона тонн глинозема. Это были первые электролизеры с боковым токоподводом, которые стояли не на нулевом уровне, а на отметке +1,2 м. Такое расположение электролизеров БТ было связано с тем, что металл «выливался» не вакуум-ковшом, а путем открывания леточного отверстия, встроенного в боковую футеровку катодного устройства. Расположение электролизной ванны на отметке выше нулевой

отметки обеспечивает необходимую аэрацию катодного кожуха и обеспечивала устойчивый тепловой баланс электролизера. Только через десятки лет инженеры и технологи начнут проектировать мощные электролизеры с обожженными анодами на отметках +3-4 метра.

Электролизный цех УАЗа до 1987 года работал в объеме четырех серий (8 корпусов с электролизерами с самообжигающимися анодами с боковым подводом на силу тока 70кА). В корпусах, 520 электролизных ваннах обслуживало более тысячи рабочих (анодчиков, электролизников), вспомогательного персонала и ИТР.

Период работы электролизного цеха с 1987 по 2005 год был самым устойчивым и инновационным в истории УАЗа. Впервые в России, в 90-е годы на УАЗе были внедрены системы автоматического точечного питания глиноземом (АПГ). Бесценный опыт в дальнейшем был трансформирован на ведущие заводы ОК РУСАЛ.

На электролизерах БТ был достигнут максимум производительности. Выход по току составлял 89-90%, расход глинозема – 1940 кг/т, анодной массы – 545 кг/т. Четыре бригады электролизников производили 100% алюминия-сырца марки А85 более 1 года. Многие уазовские электролизники, анодчики, бригадиры, мастера удостоены правительственных званий и наград [2-4].

Впервые на УАЗе начали отливать высоколегированные сплавы, в частности была освоена технология литья стронциево-бариевого сплава на основе алюминия. В литейных отделениях цеха производились фольговые слитки и т-образные слитки.

Литиевые добавки в электролит начали вводить впервые в мире именно на 1 –ой электролизной серии, при этом выход по току увеличился до 92%, температура электролита снизилась до 945 °С. Углеродистые блоки в подине алюминиевого электролизера БТ, поставляемые от различных поставщиков электродных заводов России, эффективно испытывались в старых корпусах электролиза. Средний срок службы одного электролизера максимально достигал 1850-1900 суток. Только через несколько лет удалось доказать благотворное влияние лития на поверхность катодного блока за счет его интеркаляции и упрочнения.

На 20 лет опередили время электролизники УАЗа и внедрили в 90-ых годах «технология кислых электролитов», впервые снизив криолитовое отношение до значений 2,4-2,5. В настоящее время все алюминиевые заводы работают по этой технологии.

Сплавы и переплав отходов вторичного производства и кремниевой пыли, это еще один из трендов электролизного цеха. В течение 5 лет было переплавлено более 10 тысяч т алюминиевых металлизированных отходов (фольга, электротех, прокат, шлак). Доказана и обосновано, что эта технологическая операция за счет изменения теплового баланса и

снижения температуры расплава, при поддержании заданного уровня металла на катоде весьма эффективна.

В 90-ые годы, благодаря активному участию генерального директора УАЗа Р.М. Школьников, по проекту уральского филиала института ВАМИ (В.П. Горбаческий) был запущен комплекс электролиза с «ваннами» на 160 кА. Модернизированные электролизеры С-160М были установлены в новых корпусах Уральского алюминиевого завода (корпуса 1Н и 2Н). Опыт работы электролизеров, конструкторские разработки, методики расчета тепловых полей и МГД-эффектов, созданные в институте ВАМИ, позволили приступить к разработке проектов сверхмощных алюминиевых электролизеров (токовой нагрузкой более 300 кА).

Самый большой технический прорыв был достигнут в 2005 году, когда впервые в России были запущены высокоамперные электролизеры ОА (ОА-300М1) на экспериментальном участке. В рамках проекта была поставлена задача, объединить все инновационные решения с целью создания нового мощного электролизера с обожженными анодами на силу тока 300 кА, с показателями на уровне лучших зарубежных аналогов. На базе приобретенного опыта и отработки элементов конструкций катодных и анодных устройств, был спроектирован и построен опытный участок мощных электролизеров на Уральском алюминиевом заводе (УАЗ) [5].

Опытный участок включал электролизный корпус, систему сухой газоочистки и усилитель кремниевого преобразователя (SR). Статистические данные технологических параметров свидетельствуют о том, что был создан современный, конкурентоспособный электролизер. Эти электролизеры отработали при силе тока более 330 кА более 6 лет и имели показатели выше «русаловских» РА-300 (рабочая сила тока только 318 кА), хотя и работали на глиноземе «мучнистого» и «промежуточного» типа. В табл. 1 представлены, достигнутые ТЭП электролизеров ОА-300М1, за период зачетных испытаний.

Таблица 1

Технико-экономические показатели электролизеров ОА-300М1

Наименование показателей	Ед. изм.	ОА-300М1
Ток серии	кА	315,7
Среднее напряжение	В	4,34
Выход по току	%	95,2
Удельный расход электроэнергии	кВтч/т	13592,0
Суточная выливка алюминия	т	2324,0
Температура	°С	956,2
Криолитовое отношение	-	2,35
Содержание (CaF ₂ +MgF ₂)	%	8,0
Частота анодных эффектов	шт/сут	0,18
Уровень металла / электролита	см	18,0 / 20,0

В конструкции электролизера ОА-300М1 был заложен ряд технических решений, позволяющих достичь показателей на уровне лучших мировых стандартов. Основные принятые в проекте технические решения, касающиеся конструкций ошиновки, футеровки, катодного кожуха «шпангоутного» типа, технологические параметры обжига, пуска и ведения технологии, позволили создать и освоить конкурентно-способный электролизер и технологию современного мирового уровня. Для разработки электролизера были применены современные системы трехмерного моделирования и инженерных расчетов.

Реализованные технологии в корпусах с электролизерами с боковым токоподводом на 70 кА, в серии с электролизерами ОА160М, и на опытном участке высокоамперными электролизерами ОА-300М1 были применены в современных условиях на заводах и проектах компании ОК РУСАЛ.

В настоящий момент электролизный цех УАЗа закрыт на консервацию, исторический музей прекратил свое существование. Электролизная серия с электролизерами на 160 кА и, опытный участок с электролизерами на 300 кА еще могут быть восстановлены и запущены оставшимся в строю последним поколением уральских электролизников, которое помнит и чтит славную историю своего цеха.

Литература

1. Н. Ф. Голден. Творцы крылатого металла / Средне-Уральское книжное изд-во. - Свердловск, 1979. 252 с.
2. Голден Н.Ф. УАЗ - фронту! - Екатеринбург, 2010. 127 с.
3. Уральский алюминиевый завод — филиал ОАО «СУАЛ» [в период Великой Отечественной войны] / Н. Ф. Голден // Металлурги Урала - Великой победе. - Екатеринбург, 2005. - С. 264.
- 4.Алюминий: Тринадцатый элемент /Библиотека РУСАЛ. Энциклопедия. 2007. 240 с.
5. Сизяков В.М. Технологические и методологические основы получения алюминия на мощных электролизерах / В.М. Сизяков, В.Ю. Бажин. Санкт-Петербургский Горный Университет. СПб, 2011. 130 с.